

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 247**

21 Número de solicitud: 201500640

51 Int. Cl.:

H01P 1/203

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

01.09.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.03.2016

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (100.0%)
Pabellón de Gobierno, Avda. de los Castros s/n
39005 Santander (Cantabria) ES**

72 Inventor/es:

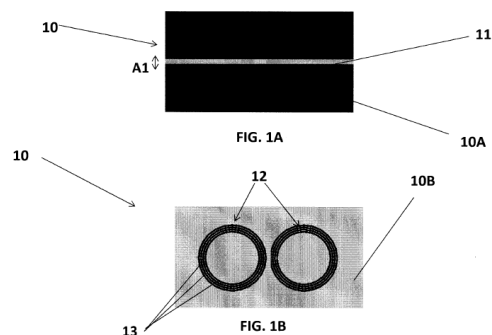
**FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, Tomás;
TAZÓN PUENTE, Antonio y
LOZANO GONZÁLEZ, Javier**

54 Título: **Filtro de rechazo de banda**

57 Resumen:

Un filtro (10) de rechazo de banda de frecuencias, que comprende:

- en una cara superior (10A), una línea microstrip (11);
- en una cara inferior (10B), al menos dos celdas (12) resonantes, cada celda (12) conformada por un trazado en un plano de tierra de al menos cuatro circunferencias concéntricas (13) en una configuración de anillo con corte donde la banda de frecuencias a rechazar se determina mediante uno o más parámetros de diseño que se seleccionan entre:
 - Anchura (A1) de la línea microstrip (11)
 - Radio (R) de la circunferencia interior (13i)
 - Anchura (A2) de las dos celdas (12)
 - Separación (S1) entre las dos celdas (12)
 - Separación (S2) entre dos circunferencias concéntricas (13) consecutivas
 - Anchura del corte (C) en cada celda (12).



DESCRIPCIÓN

Filtro de Rechazo de Banda

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece a los campos de la electrónica y las telecomunicaciones. Concretamente, la presente invención se aplica al área industrial que realiza diseños eléctricos y fabrica dispositivos electrónicos con filtros de alta frecuencia.

10

Más particularmente, la presente invención se refiere a un filtro de rechazo de banda, especialmente diseñado para filtrar altas frecuencias, como por ejemplo las destinadas a telefonía móvil 4G.

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El diseño eléctrico de filtros de alta frecuencia (3-30 Mhz) es suficientemente conocido en la bibliografía técnica. Por otro lado, entre los tipos de filtros existentes, un filtro de rechazo de banda también conocido como «filtro elimina banda», «filtro NOTCH» o «filtro trampa» es un dispositivo electrónico que no permite el paso de señales cuyas frecuencias se encuentran comprendidas entre unas frecuencias de corte superior e inferior.

20

En la actualidad, los filtros de alta frecuencia y de rechazo de banda se implementan bien con un diseño que usa elementos concentrados, inducciones y condensadores, o bien, mediante cavidades y microcavidades. Un ejemplo, es el caso de los filtros utilizados en telefonía 4G. Los canales 61 y 69 son los destinados a la transmisión y recepción de señales de comunicaciones para telefonía 4G (LTE: Long Term Evolution, en inglés), pero su recepción en los aparatos de televisión que no filtren esas señales, puede generar interferencias en los canales dedicados a la señal de Televisión Digital Terrestre (TDT) que anulan o dificultan la correcta visión de dichos canales

25

30

Sin embargo, un diseño de filtro que utiliza elementos concentrados, inducciones y condensadores presenta inconvenientes desde el punto de vista de tolerancias y microfonismo (perturbaciones mecánicas se transforman en perturbaciones eléctricas), mientras que los filtros con cavidades y microcavidades sufren de un elevado coste.

35

Por otro lado, en los últimos años, se han desarrollado elementos pasivos a frecuencias de microondas (300 Mhz-300 Ghz), contruidos utilizando unas particulares propiedades electromagnéticas de la materia, que han dado lugar al término “Metamateriales”; siendo los componentes más importantes los resonadores y los filtros.

La aparición de la estructura Resonante de Anillos Abiertos (SSR: Split-Ring Resonator, en inglés) a finales de los años 90 supuso el comienzo de la investigación en el campo de los Metamateriales. Un resonador SSR está formado por dos anillos metálicos en los que se han practicado unas aberturas en posiciones opuestas una respecto de la otra. En el año 2004 se propone otra estructura resonante que es la del Resonador de Anillos Abiertos Complementarios (CCSR: Complementary Split-Ring Resonator), que consiste en dos anillos abiertos y concéntricos, como en el SSR, pero estos anillos no son metálicos, sino que las tiras con el trazado circular se retiran de un plano de metal, quedando libre de metal la zona del resonador. Las estructuras SSR y CSSR se usan pues para frecuencias de microondas.

Por lo tanto, se hace necesario disponer de un filtro de alta frecuencia y de rechazo de banda, por ejemplo que filtre señales como las de telefonía 4G y deje el paso de los canales propios de la televisión TDT minimizando pérdidas de señal, que no presente problemas de tolerancia y/o microfonismo, y que no tengan un elevado coste.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención sirve para solucionar el problema mencionado anteriormente, resolviendo los inconvenientes que presentan las soluciones comentadas en el estado de la técnica, proporcionando un filtro basado en metamateriales que utiliza la combinación de dos celdas resonadoras trazadas sobre un sustrato de circuito impreso (PCB: Printed Circuit Board en inglés) de bajo coste. Ambas celdas están basadas en una celda básica con una estructura de Resonador Complementario en Anillo Partido (CSRR), siendo la diferencia principal con respecto a la celda básica conocida, que la celda resonante propuesta añade al menos un cuarto anillo partido en el plano de tierra.

Para obtener el nivel de rechazo que se requiere en el rango de frecuencias a filtrar (por ejemplo, el usado en la transmisión/recepción de señales en los sistemas LTE y en los receptores de televisión TDT, a los que se puede aplicar la invención), se combinan dos celdas

de al menos cuatro resonadores complementarios en anillo partido o con corte ("split ring", en inglés). Es decir, el número de celdas de la estructura resonante propuesta es de dos y cada celda tiene al menos cuatro trazados de circunferencias concéntricas (siendo preferentemente cuatro el número de circunferencias concéntricas por celda de la estructura resonadora del filtro).

La estructura del filtro comprende una línea microstrip trazada sobre un sustrato dieléctrico (por ejemplo, cerámico) de impedancia igual a la de referencia del sistema (por ejemplo, 75 Ohm para el caso de la Televisión TDT) , y en el plano de masa, en lugar de tener una distribución homogénea de material conductor (metálico) formando una lámina continua, se elimina dicho conductor siguiendo un trazado determinado (circunferencias concéntricas en el caso que se presenta). Las circunferencias concéntricas (anillos partidos) presentan un pequeño corte de una anchura determinada y, en la práctica, se realizan quitando el material metálico (normalmente, cobre) del sustrato. Esto confiere a la celda realizada una función de transferencia de tipo filtro rechazo de banda.

El filtro de la invención comprende dos celdas, las cuales aumentan el valor del rechazo en la banda de interés, estando separadas ambas una distancia determinada para proporcionar el mejor valor de rechazo que puede obtenerse. La distancia que separa cada una de las celdas es un parámetro de diseño a tener en cuenta.

Otros parámetros de diseño del filtro propuesto que pueden configurarse para definir la banda de frecuencias que se requiere rechazar, así como para garantizar un nivel de dicho rechazo, son los siguientes:

- La longitud de las circunferencias trazadas en el plano de masa (que debe ser un múltiplo de la longitud de onda efectiva en la línea, dependiente de la constante dieléctrica del sustrato), definida en función del radio del anillo interno, siendo este la circunferencia de menor radio.
- La anchura de la línea que define cada una de las circunferencias del anillo.
- La separación entre las circunferencias concéntricas y la separación entre las dos celdas básicas, que conforman los anillos del resonador.
- La longitud del pequeño corte en cada anillo.

Un aspecto de la invención se refiere pues a un filtro de rechazo de banda diseñado para un sustrato con una cara superior y una cara inferior que comprende:

- una línea de transmisión microstrip conductora en la cara superior;
- al menos dos celdas resonantes configuradas como anillos con corte, cada celda básica conformada por un trazado en un plano de tierra de al menos cuatro circunferencias concéntricas.

5

Algunas de las ventajas de la presente invención con respecto a los filtros existentes en el estado de la técnica anterior son:

- El cuarto anillo añadido a la celda básica le confiere unas mejores prestaciones en términos de ancho de banda y nivel de rechazo, de las que presentan los resonadores de dos anillos o tres anillos (SSR, CSSR) y además permite reducir el tamaño por comparación al que presentaría una estructura de dos anillos.
- Otra gran ventaja del filtro diseñado reside en la ausencia de cualquier componente discreto que deba soldarse o insertarse en la placa de circuito impreso (PCB), lo que le confiere una mayor robustez tanto mecánica como térmica, un alto grado de repetitividad, además de abaratar los costes de producción tanto en pequeña como en gran escala.

10

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 20 A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

- 25 FIGURA 1.- Muestra una vista superior y una vista inferior de un circuito impreso correspondiente a un filtro rechazo de banda, según una realización preferente de la invención.

- FIGURA 2.- Muestra en detalle la vista inferior del filtro rechazo de banda con los anillos partidos, según una realización preferente de la invención.

30

- FIGURA 3.- Muestra una gráfica de la respuesta eléctrica del filtro indicando los niveles de atenuación que produce en función de la frecuencia de la señal a filtrar considerada.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación, se proponen posibles modos de realización del filtro de rechazo de banda aplicable en televisión TDT para el rechazo de la banda de frecuencias 4G, en los canales 61 y 62, evitando que provoque interferencias.

La Figura 1 muestra el trazado del filtro (10) con él se consigue atenuar el paso de señales a partir del canal 61. En la Figura 1A se muestra el trazado de la línea microstrip (11) en la cara superior del filtro (10A) y en la Figura 1B se muestra su cara inferior (10B) con el trazado de las dos celdas (12) conformadas cada una como un conjunto de cuatro, o más, circunferencias concéntricas (13). El microstrip (11) es un tipo de línea de transmisión eléctrica, que es un solo conductor en un lado y un plano de tierra en el otro lado, fabricada utilizando placa de circuito impreso y se usa para transmitir señales de microondas. En un ejemplo, la placa de circuito impreso tiene unas dimensiones de 3mm de alto y 55mm de ancho y la línea microstrip (11) tiene una Impedancia de 75 Ohm.

El esquema eléctrico del filtro (10), en este caso de la Figura 1, es un trazado a doble cara (10A, 10B) sobre un sustrato cerámico de bajas pérdidas que puede constituir, por sí mismo un filtro de rechazo de banda, o bien, puede ser un dispositivo integrado en una placa de circuito impreso, PCB, con otros componentes.

En la Figura 2 se aprecia en más detalle la cara inferior (10B) del filtro (10) y los parámetros de diseño que se ajustan en base a la banda de frecuencias a rechazar:

- Anchura (A1) de la línea microstrip (11) [mostrada en la Figura 1]
- Radio (R) de la circunferencia interior (13i)
- Anchura (A2) de las dos celdas (12), i.e., separación entre la circunferencia interior (13i) y la circunferencia exterior (13e);
- Separación (S1) entre las dos celdas (12)
- Separación (S2) entre dos circunferencias concéntricas (13) consecutivas
- Anchura del corte (C) en cada celda (12)

Por ejemplo, en una realización preferida del filtro (10) para su aplicación en la banda LTE de interés sobre el sustrato de Rogers Ro4003c™, los parámetros de diseño pueden tener los siguientes:

- Anchura (A1) de la línea microstrip (11): 1,65 mm
- Radio (R) del anillo interior (13i): 7,55 mm
- Anchura (A2) de cada celda (12): 0,3 mm
- Separación (S1) entre las dos celdas (12) básicas : 1 mm
- 5 - Separación (S2) entre anillos ocircunferencias concéntricas (13) : 0,33 mm
- Anchura del corte (C) en el anillo: 0,3 mm

El filtro (10) con el trazado descrito, con dos celdas (12) resonantes y cada una al menos con cuatro circunferencias concéntricas (13), puede utilizarse bien de forma independiente, conectorizado para ser situado a la entrada de un televisor, o bien, integrado en un circuito impreso en la propia antena receptora junto con un circuito simetrizador.

En la Figura 3 se muestra la medida de la respuesta del circuito eléctrico del filtro (10) descrito en la Figura 1, que filtra la señal atenuando todos los canales desde el canal 61 hasta el canal 69, impidiendo que se produzcan interferencias en el interior del televisor que perturben la correcta visión de los canales 60 e inferiores y observándose claramente que presenta el rechazo deseado en la banda LTE, dejando pasar con pérdidas menores de 0.5 dB la banda de televisión digital de libre difusión.

20

25

REIVINDICACIONES

1. Un filtro (10) de rechazo de banda de frecuencias, **caracterizado por que** comprende:
 - en una cara superior (10A), una línea microstrip (11);
 - 5 - en una cara inferior (10B), al menos dos celdas (12) resonantes, cada celda (12) conformada por un trazado en un plano de tierra de al menos cuatro circunferencias concéntricas (13) en una configuración de anillo con corte.
- 10 2. Un filtro (10) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la cara inferior (10B) comprende dos celdas (12) resonantes.
3. Un filtro (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada celda (12) está conformada por un trazado en un plano de tierra de cuatro circunferencias concéntricas (13).
- 15 4. Un filtro (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la banda de frecuencias a rechazar se determina mediante uno o más parámetros de diseño que se seleccionan entre:
 - Anchura (A1) de la línea microstrip (11)
 - 20 - Radio (R) de la circunferencia interior (13i)
 - Anchura (A2) de las dos celdas (12)
 - Separación (S1) entre las dos celdas (12)
 - Separación (S2) entre dos circunferencias concéntricas (13) consecutivas
 - Anchura del corte (C) en cada celda (12)
- 25 5. Un filtro (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** está integrado en una placa de circuito impreso, PCB.
6. Un filtro (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** está integrado en una antena receptora de televisión.
- 30 7. Un filtro (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** está conectado a una entrada de radiofrecuencia de un receptor de televisión.

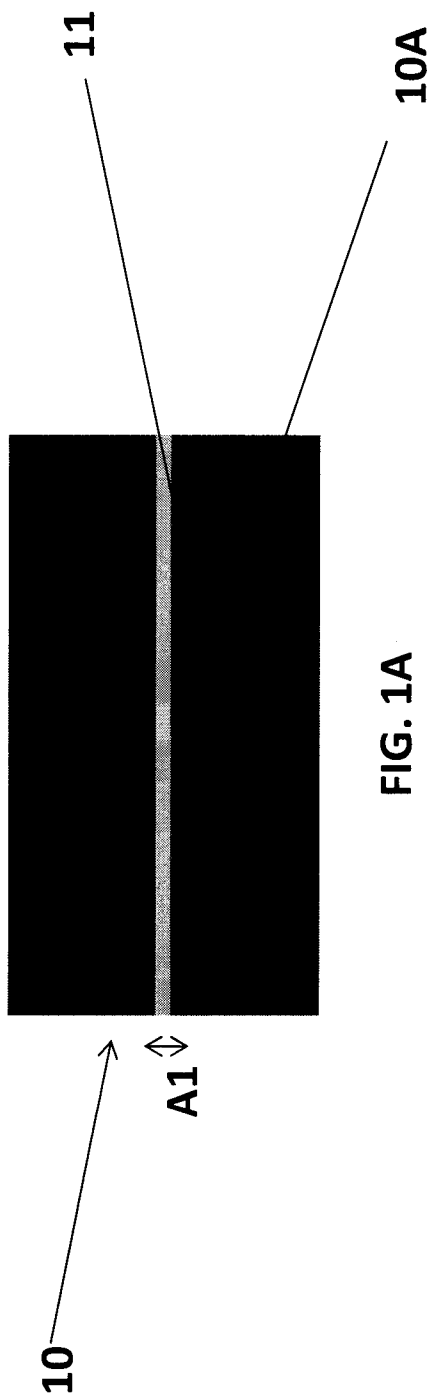


FIG. 1A

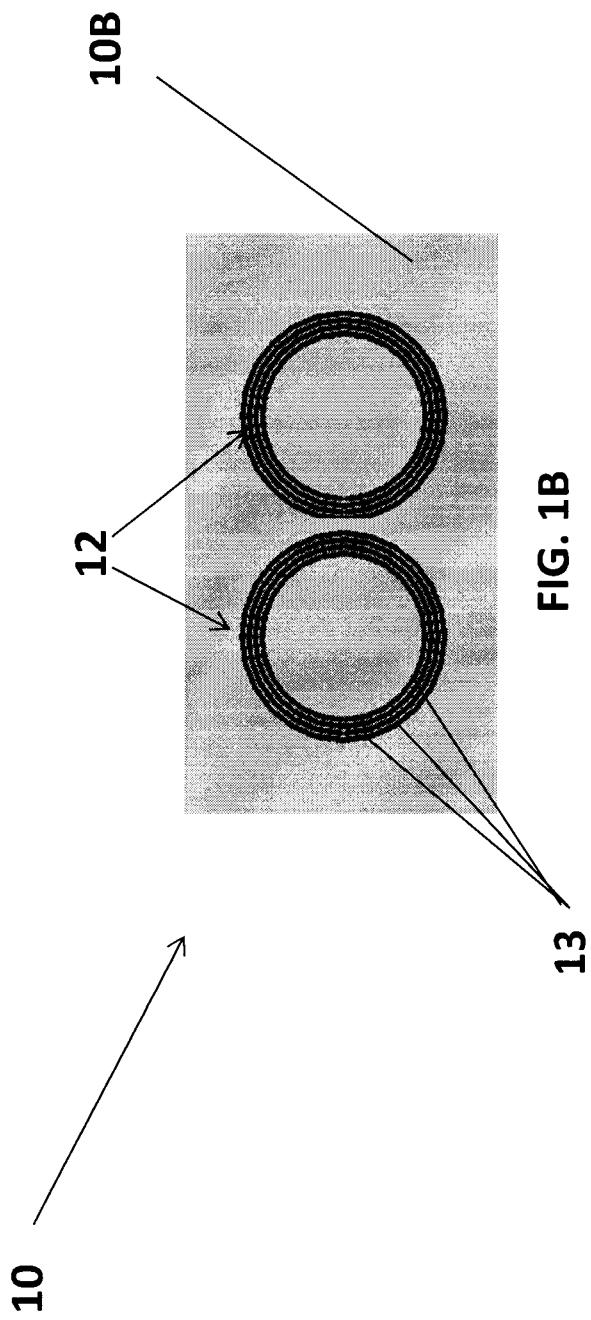
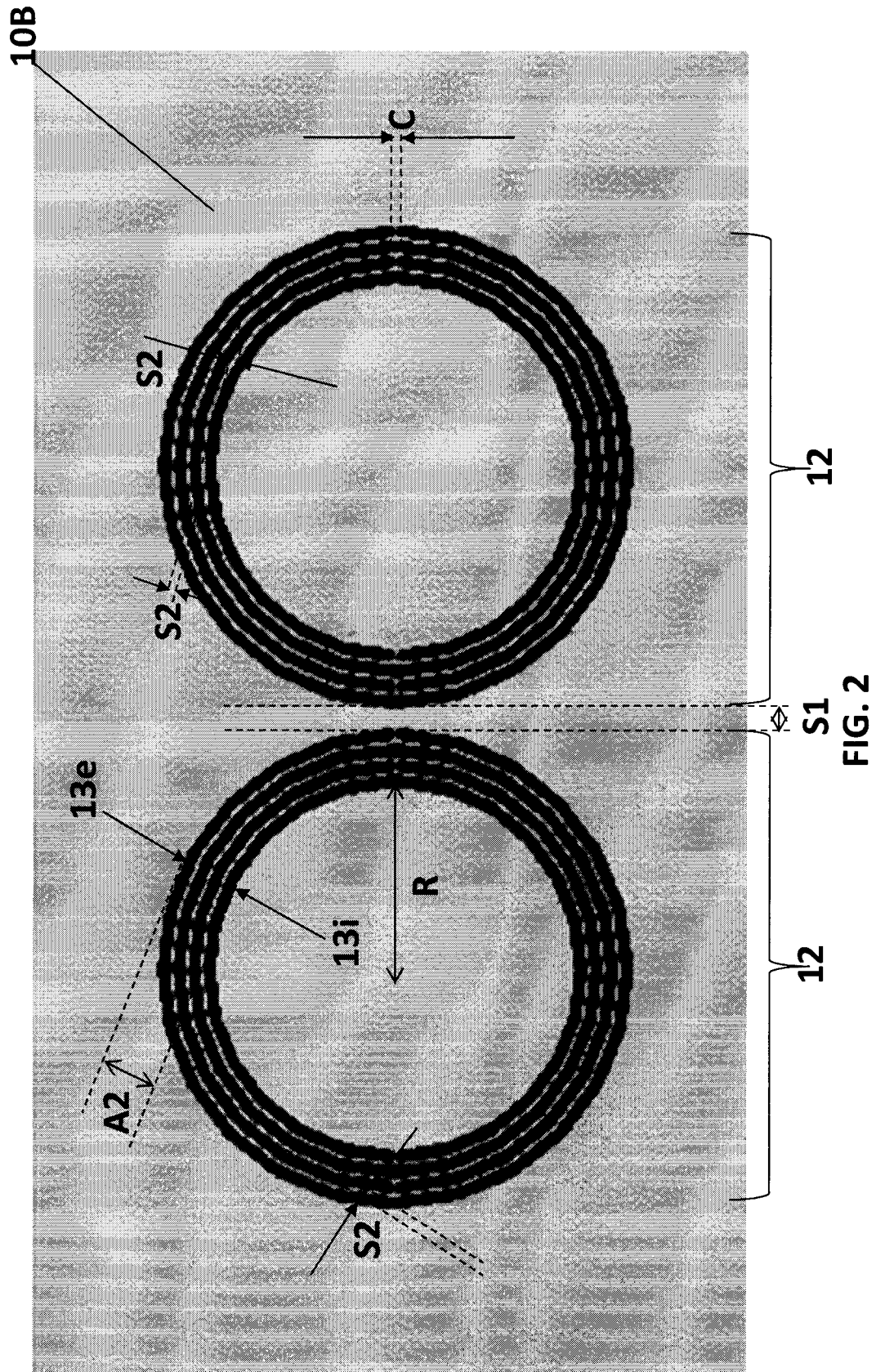


FIG. 1B



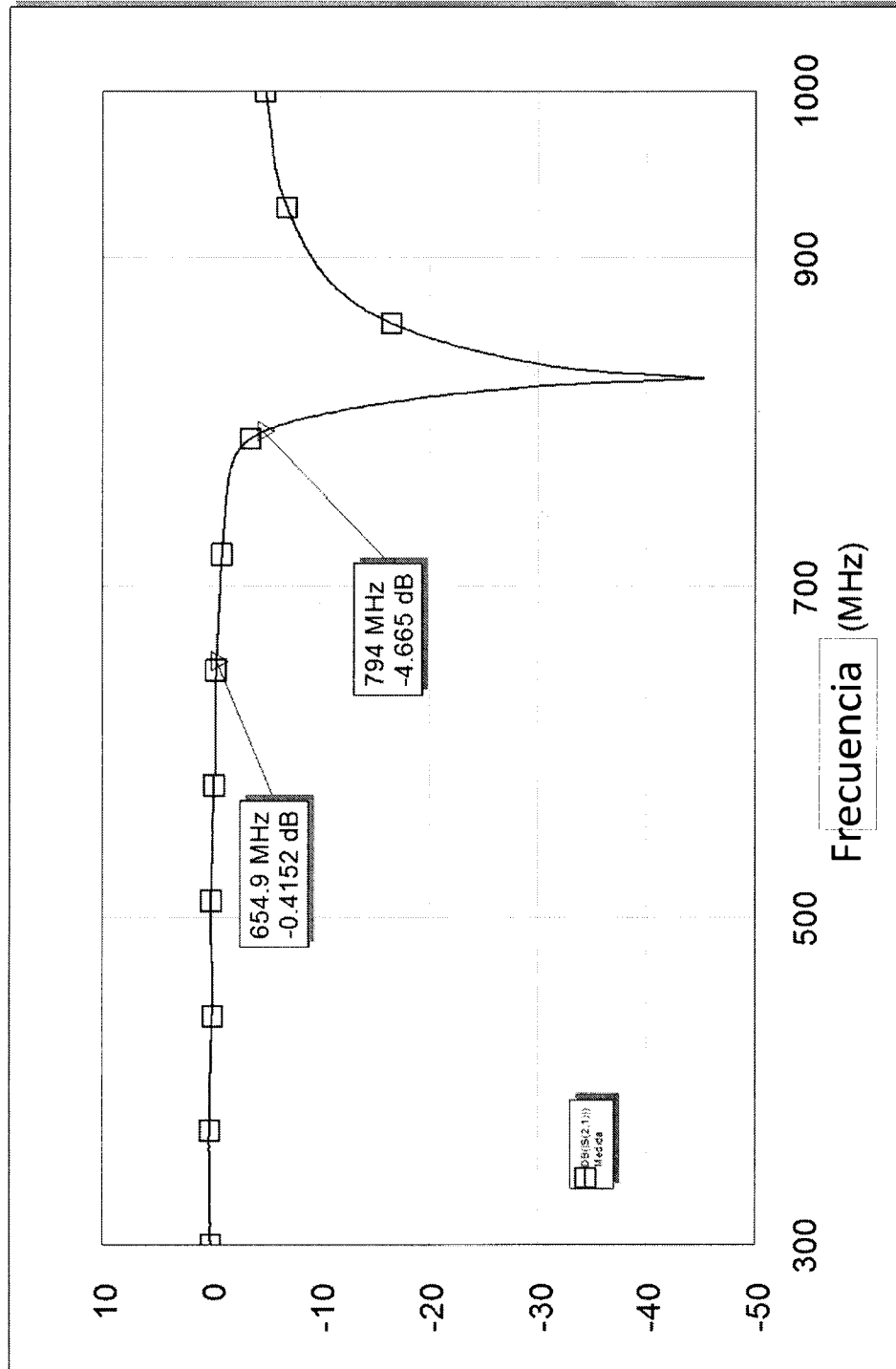


FIG. 3



- ②① N.º solicitud: 201500640
②② Fecha de presentación de la solicitud: 01.09.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H01P1/203** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	IMENE SASSI, LARBI TALBI y KHELIFA HETTAK: "Compact Multi-Band Filter Based on Multi-Ring Complementary Split Ring Resonators"; Department of Computer Science and Engineering, UQO, Gatineau (Canada) y Industry Canada, Communications Research Centre Canada (CRC); Publicado en Progress In Electromagnetics Research C, Vol. 57, 127-135, 2015; Fecha de publicación: 18.05.2015 URL:// http://www.jpier.org/PIERC/pierc57/14.15041904.pdf	1-7
X	US 2012184231 A1 (CHENG DAJUN et al.) 19.07.2012, resumen; figuras 4-6; párrafos [16-19,23-27,31-34].	1-3,5-7
A	LEÓN A., CASANUEVA, J. HERRERO y F. MARANTE: "Nuevos diseños de filtros planares en tecnologías de microcinta y finline utilizando resonadores de anillos divididos"; Departamento de Telecomunicaciones y Telemática del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría y Departamento de Ingeniería de Comunicaciones de Universidad de Cantabria; Publicado en Ingeniare, Revista chilena de ingeniería, vol. 21 N° 1, 2013, pp. 6-15; versión On-line ISSN 0718-3305; URL:// http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052013000100002&script=sci_arttext	1-7
A	X. LAI, Q. LI, P. Y. QIN, B. WU y C.-H. LIANG: "A novel wideband bandpass filter based on complementary Split-ring resonator"; National Key Laboratory of Antennas and Microwave Technology Xidian University (China); Publicado en Progress In Electromagnetics Research C, Vol. 1, 177-184, 2008; Publicado el 23.01.2008; URL:// http://www.jpier.org/PIERC/pierc01/16.08013104.pdf	1-7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
03.03.2016

Examinador
B. Pérez García

Página
1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H03H, H01P

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 03.03.2016

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-7
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones
Reivindicaciones 1-7

SI
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	IMENE SASSI, LARBI TALBI y KHELIFA HETTAK: "Compact Multi-Band Filter Based on Multi-Ring Complementary Split Ring Resonators"	18.05.2015
D02	US 2012184231 A1 (CHENG DAJUN et al.)	19.07.2012
D03	LEÓN A., CASANUEVA, J. HERRERO y F. MARANTE: "Nuevos diseños de filtros planares en tecnologías de microcinta y finline utilizando resonadores de anillos divididos"	30.04.2013
D04	X. LAI, Q. LI, P. Y. QIN, B. WU y C.-H. LIANG: "A novel wideband bandpass filter based on complementary Split-ring resonator"	23.01.2008

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento del estado de la técnica anterior más próximo al objeto de la invención.

El documento D01 describe un filtro de rechazo de banda de frecuencias (*multi-band band-reject filter*), caracterizado porque comprende en una cara superior una línea microstrip y en una cara inferior al menos dos celdas resonantes, cada celda conformada por un trazado en un plano de tierra de al menos cuatro circunferencias concéntricas en una configuración de anillo con corte (*"the proposed filter is realized by etching the multi-ring CSRRs in the ground plane beneath a microstrip line. The design consists of a microstrip line on the top of the substrate while the multi-ring CSRR are etched in the ground plane. The multi-band resonator is composed of a number N of different concentric split rings. The N-ring generates N different resonance frequencies and engenders a magnetic resonance for each frequency. The prototype of the filter provides the possibility of generating more operation bands as the number of the stopbands is tuned by the number N of the CSRR rings. As shown in Figure 5(a), four unit cells of two-ring CSRR are etched in the ground with a distance of $s = 0.3\text{mm}$ between each two unit cells. These four unit cells are introduced to achieve a dual-band response. On the other hand, to achieve a tri-band response, four three-ring CSRRs are loaded in the ground of the tri-band filter (a prototype is shown in Figure 6(a)) with the same distance s of 0.3mm "*).

D01 dispone de todas las características mencionadas en la primera reivindicación con la única diferencia de que en ésta se cita explícitamente que cada celda dispone de al menos cuatro circunferencias concéntricas en una configuración de anillo con corte. En D01 por su parte, (ver figura 1c), se presenta una celda con tres circunferencias, si bien sí se argumenta que en función el número N de anillos concéntricos se generarán N frecuencias resonantes distintas; es más, se indica que para obtener una respuesta tribanda, se necesitan CSRRs con cuatro anillos. No se considera que suponga un esfuerzo inventivo para un experto en la materia el hecho de poner al menos cuatro anillos/circunferencias concéntricas en cada celda. Por tanto, se considera que en vista de la divulgación realizada en D01, la primera reivindicación no cumple el requisito de actividad inventiva para un experto en la materia, según el Art. 8 de la Ley Española de Patentes.

La segunda reivindicación añade que la cara inferior comprende dos celdas resonantes.

En las figuras 5 y 6 de D01 aparecen hasta cuatro celdas resonantes, lo que supone que al menos incluye dos. No se ha indicado un efecto técnico diferenciador por el hecho de emplear dos celdas o cuatro, por lo que se considera que este detalle no contribuye al resultado técnico de la invención; es decir, no dota de actividad inventiva a la segunda reivindicación.

La reivindicación tres establece que cada celda está conformada por un trazado en un plano de tierra de cuatro circunferencias concéntricas.

Esta reivindicación no aporta características técnicas respecto a la primera y por tanto, aplicando el mismo razonamiento que para ésta, no tiene actividad inventiva.

La cuarta reivindicación define que la banda de frecuencias a rechazar se determina mediante uno o más parámetros de diseño que se seleccionan entre: anchura de la línea microstrip, radio de la circunferencia interior, anchura de las dos celdas, separación entre las dos celdas, separación entre dos circunferencias concéntricas consecutivas o anchura del corte en cada celda.

D01 por su parte, aclara que los N anillos de cada celda generan N frecuencias resonantes distintas produciendo una resonancia magnética para cada frecuencia. El valor de cada respuesta de frecuencia puede ajustarse al variar los parámetros geométricos de cada anillo resonador y también cambiando los parámetros de diseño. Como puede apreciarse en la figura 1 y en la página 131, estos parámetros pueden ser el tamaño del lado/circunferencia del anillo, la distancia entre dos anillos o la anchura del corte del anillo. Es decir, esta reivindicación también queda anticipada por D01 y carece de actividad inventiva.

Las reivindicaciones 5-7 indican dónde puede integrarse o conectarse el filtro: en una placa de circuito impreso (PCB), en una antena receptora de televisión o conectado a una entrada de radiofrecuencia.

Estas son posibles aplicaciones del filtro descrito, que no indican características técnicas adicionales para utilizarlas en estos ejemplos y por tanto, no contribuyen al resultado técnico de la invención. Es más, existe ejemplos de aplicaciones de filtros de este tipo, como puede apreciarse en D02 (ver resumen). No tienen actividad inventiva.

En resumen, a la luz de los documentos encontrados en el estado de la técnica anterior, se considera que la solicitud presentada no cumple el requisito de actividad inventiva, según el Art. 8 de la Ley Española de Patentes.